*Acta Botanica Mexicana (2003), 65: 61-82*

# FITOSOCIOLOGÍA Y FITODIVERSIDAD DE LA LAGUNA QUILA, PARQUE NACIONAL LAGUNAS DE ZEMPOALA, MÉXICO

GERALD ISLEBE
ECOSUR, Apdo. Postal 424, 77000, Chetumal, México
y Hugo de Vries-Lab., Universidad de Amsterdam
Kruislaan 318, 1098 SM Amsterdam, Holanda

LUCÍA ALMEIDA-LEÑERO
Programa ECOMMEX. Laboratorio de Biogeografía
Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
04510, México, D.F., México

ANTOINE M. CLEEF, RONALD TER WEIJDEN,
Hugo de Vries-Lab., Universidad de Amsterdam
Kruislaan 318, 1098 SM Amsterdam, Holanda

## RESUMEN

Se efectuaron 59 levantamientos fitosociológicos en la Laguna Quila, del Parque Nacional "Lagunas de Zempoala", México, según el método Zürich-Montpellier. Se identificaron y describieron 11 comunidades, separadas en una fase "acuática" y en una "helofítica". Se encontró un gradiente de profundidad con dirección norte-sur y se observó una continua desecación del cuerpo de agua. Se elaboró un mapa de vegetación en escala 1: 1900. Se enlistan un total de 21 familias, 33 géneros y 41 especies de plantas vasculares. Las familias mejor representadas son Cyperaceae con siete especies y Ranunculaceae con cuatro. Desde el punto de vista fitogeográfico, a nivel genérico el componente templado alcanza 65%, el cosmopolita 30%, mientras que el tropical 5%. Las especies del área estudiada tienen distribución amplia, presentándose en lagunas e hidroseries de México y de zonas templadas de América. Las comunidades acuáticas están desapareciendo muy rápidamente en todo el país; por lo que es fundamental entender la dinámica y el manejo adecuado de este recurso. A fin de proteger la laguna se recomienda controlar urgentemente el bombeo de agua y reducir el pastoreo así como eliminar otras actividades que la afecten indirectamente.

Palabras clave: conservación, fitodiversidad, fitogeografía, fitosociología, Laguna Quila, México.

## ABSTRACT

A phytosociological study of 59 relevés was carried out at Laguna Quila, National Park Lagunas de Zempoala, México, using the Zürich-Montpellier approach. Eleven communities were identified and described. A distinction was made between a submerged

and a helophytic hydroseral vegetation. A pronounced humidity gradient was identified in a north-south direction, and also a continuous desiccation was observed. A vegetation map scale 1:1900 is included. 21 families of vascular plants including 41 species and 33 genera have been identified. Families best represented include Cyperaceae with seven species and Ranunculaceae with four species. Phytogeographical analysis on the generic level revealed that the temperate component reached 65%, the cosmopolitan 30% and the tropical 5%. The species of Laguna Quila have a wide distribution in Mexican hydroseries and elsewhere in temperate America. Aquatic and semi-aquatic communities are vanishing rapidly in Mexico, and it is important to understand the dynamics for adequate management of this natural resource. In order to protect this lake it is recommended to control the water extraction of the laguna, to exclude cattle and other activities who can affect indirectly Laguna Quila.

Key words: conservation, Laguna Quila, Mexico, phytodiversity, phytosociology, phytogeography.

## INTRODUCCIÓN

Los ambientes acuáticos y su vegetación son de los ecosistemas que en México están más afectados por la influencia humana (Rzedowski, 1978). Es importante conocer estos recursos acuáticos fitosociológicamente para generar clasificaciones de grupos ecológicos que pueden indicar las condiciones ambientales en que se encuentran.

El presente trabajo contiene los resultados del estudio fitosociológico, análisis fitogeográfico y del mapeo de vegetación efectuados en la Laguna Quila del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México, cuyo objetivo es contribuir al conocimiento de las comunidades vegetales subacuáticas, acuáticas y helofíticas en la región central del Eje Neovolcánico. Constituye la base para monitorear la dinámica de la fitodiversidad de estas comunidades en el futuro.

## LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Lagunas de Zempoala se encuentra en la región limítrofe entre los estados de México y Morelos, 65 km al sur de la ciudad de México (Fig. 1), ocupa un área de 4669 ha (Sosa, 1935), dentro de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac de la parte meridional central del Eje Volcánico Transmexicano (Anónimo, 1979). El relieve del parque es montañoso y su punto más alto es el Cerro Zempoala cuya cúspide alcanza 3680 m s.n.m. Los cuerpos acuáticos del área son las lagunas de Quila, Zempoala, Compila, Tonatihua, Seca, Prieta y Hueyapan (Anónimo, 1987; Bonilla, 1992).

La Laguna Quila, localizada a 3010 m s.n.m. (19°4.5', N 99°18.9' W), tiene una extensión de 5.2 ha, está situada en un valle pronunciado, rodeado por un bosque de *Pinus montezumae*, sin embargo, en la vertiente occidental se talaron los árboles y actualmente esta zona está convertida en pastizal. La laguna es

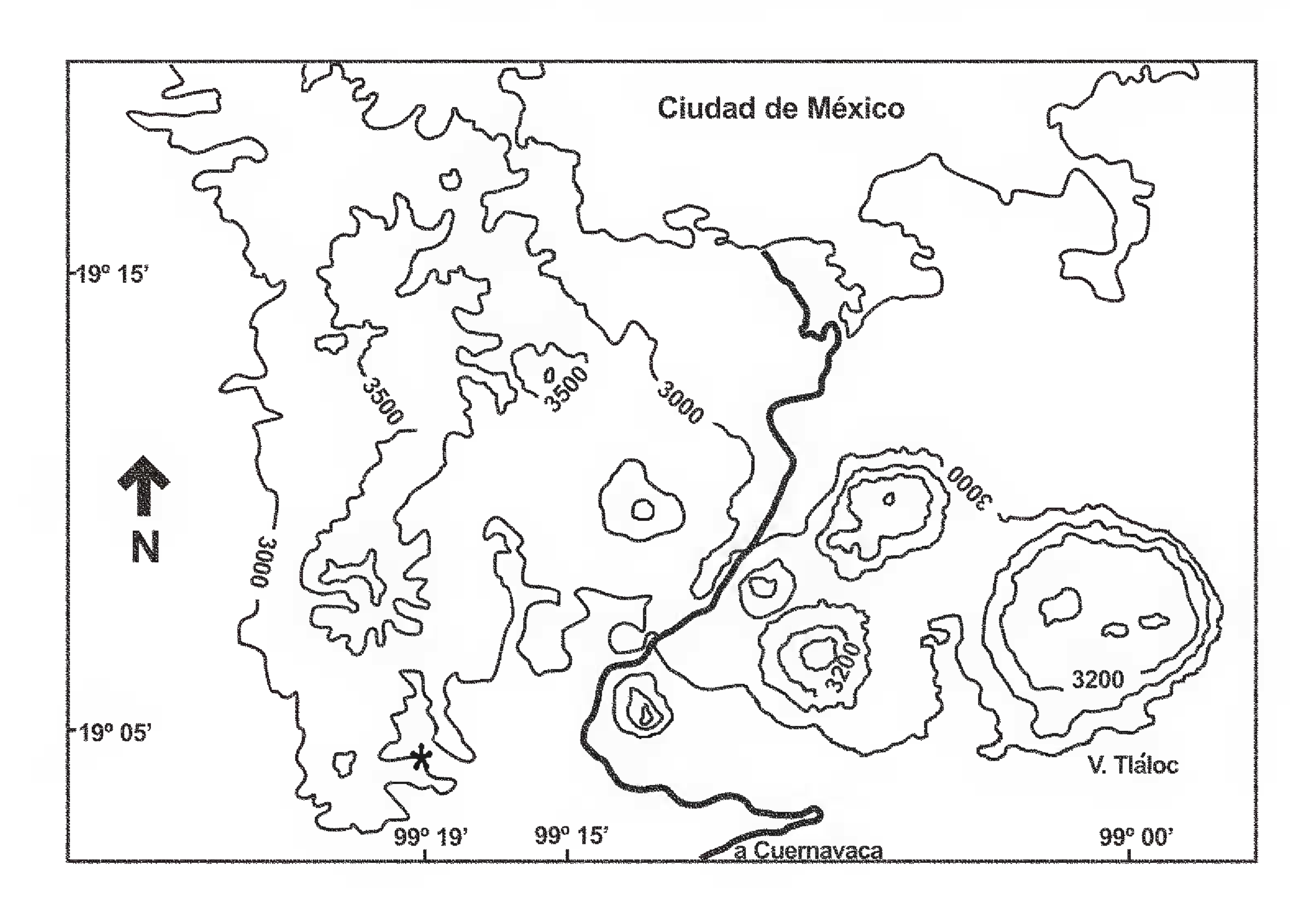



Fig. 1. Localización de la Laguna Quila, Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México, señalada por el asterisco.

alimentada de forma natural por dos corrientes en la ladera norte, también presenta un resumidero que controla el nivel freático, el cual se formó cuando se construyó la infraestructura para la extracción del agua. Tanto por la razón anterior, como debido a los cambios entre la época seca y la de lluvias, el nivel del agua en la laguna varía considerablemente. En los últimos años se ha observado una desecación progresiva por la extracción de agua, lo que afecta directamente a la vegetación.

El área de estudio tiene un clima semifrío subhúmedo Cb'(m)(w)ig, según la clasificación de Köppen, modificada por García (1988), y de acuerdo con la información recabada de la estación climática Tres Cumbres (localizada a 2810 m s.n.m., a 10 km al este de la laguna). El clima es típico de las montañas próximas al límite norte del neotrópico, caracterizado por la notable fluctuación diaria de la temperatura, presenta un régimen de lluvias de verano (de abril a octubre), con influencia de monzón, con menos de 5% de precipitación invernal, con verano fresco y largo, isotermal y con marcha de temperatura tipo Ganges. El promedio anual de temperatura es del orden de 5° a 12° C. El gradiente regional de temperatura es de alrededor de 0.57° C por cada 100 m de altitud, valor registrado por Lauer y Klaus (1975) en el volcán Pico de Orizaba.

El suelo rocoso en esta área es de origen ígneo, de la formación Andesita-Zempoala, de edad Miocénica tardía-Pliocénica (Fries, 1960). El sustrato de la Laguna Quila está constituido por arcilla con alto porcentaje de materia orgánica de tipo hidromorfo (Etchevers, 1985), mientras que el suelo dominante alrededor de la laguna es de la categoría de andosol (Anónimo, 1979).

## MÉTODOS

Se realizaron 59 levantamientos de vegetación, de acuerdo con los lineamientos de la escuela fitosociológica Zürich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1979). Este método ha sido utilizado en Colombia para ambientes similares (Cleef, 1981; Wijninga et al., 1989). El área mínima muestreada fue hasta de 4 $m^2$, se determinó la cobertura por estrato y por especie en porcentaje, en relación a la superficie del levantamiento (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). Además se registró la forma de vida de cada especie y el valor de pH del sustrato de todas las comunidades. Se colectaron cuatro ejemplares de cada una de las plantas, la determinación de las especies se hizo de acuerdo con Rzedowski y Rzedowski (1979, 1985, 1990). Los ejemplares están depositados en el herbario de la Facultad de Ciencias (FCME) de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El cuadro fitosociológico se organizó según los criterios establecidos por la escuela antes citada, en la que se combina la presencia y abundancia de especies diagnósticas y acompañantes con los datos de cobertura, estos últimos se expresaron en porcentajes reales promedio; el signo "<1" fue usado para valores menores de 1%. No fue posible asignar las comunidades descritas a los grupos reconocidos a nivel de asociación, ya que para tal propósito es necesario realizar un mayor número de levantamientos y muestrear en las diferentes estaciones del año. Se elaboró un mapa de comunidades a escala 1:1900.

## RESULTADOS

En la Laguna Quila, se registró la existencia de una hidroserie con 11 comunidades distintas que contienen 41 especies ubicadas en 33 géneros, pertenecientes a 21 familias de plantas vasculares. Se observan dos divisiones mayores en el cuadro fitosociológico (Cuadro 1), con un complejo de comunidades en el medio acuático y en el terrestre que se separan en una fase "acuática" (1 a 4) y una "helofítica" (5 a 11).

La fase acuática se caracteriza por la presencia de hidrófitos enraizados sumergidos y emergentes con coberturas entre 70 y 100% (en ocasiones 30-60%). Son frecuentes las plantas con hojas flotantes incluyendo a pleustófitos como (*Lemma* cf. *gibba*) y a otras que crecen sobre detritos pero enraizadas libremente en el agua (*Cardamine flaccida*).

Florísticamente tal grupo de comunidades se caracteriza por la presencia constante de *Potamogeton illinoensis*, *Myriophyllum aquaticum* y *Eleocharis densa*. Estas plantas se presentan en el cuadro a nivel sintaxonómico de alianza, orden y clase, ya que comparten el mismo ambiente acuático. El número de especies generalmente es muy limitado (entre 3 y 6) y aumenta gradualmente en la comunidad de *Myriophyllum aquaticum* y *Arenaria paludicola*, que constituye claramente la transición hacia la porción terrestre. La profundidad del agua varía entre 1 y 15 cm. Los sustratos son arcillosos negros por el contenido orgánico, la perturbación causada por el ganado es limitada.

La fase terrestre incluye a las comunidades 5 a 11; se caracteriza fisonómicamente por la abundancia de helófitos (hasta 90%), con un estrato predominante de hierbas bajas (50-100% de cobertura). Para este grupo de comunidades son diagnósticas: *Juncus ebracteatus*, *Cardamine flaccida*, *Ranunculus hydrocharoides*, *Medicago polymorpha*, *Mimulus glabratus*, *Ranunculus dichotomus*, *Hydrocotyle ranunculoides* y *Epilobium ciliatum*; también son características las bajas coberturas de *Arenaria paludicola* (hasta 3%). Además, se presentan *Polypogon viridis*, *Ranunculus cymbalaria*, *Sisyrinchium scabrum*, *Lachemilla pectinata*, *Pedicularis mexicana*, *Cyperus niger*, *Carex marianensis*, *Plantago australis* ssp. *hirtella* y *Cotula mexicana*. *Eleocharis montevidensis* se registra en las comunidades 8 a 10, alcanzando alta cobertura (40-90%) en la 8.

Es manifiesto que la cantidad de especies de plantas vasculares es más elevada en la fase terrestre (entre 4 y 16) en comparación con la acuática (entre 3 y 6), hecho que en parte es causado por la perturbación. Además, la fase terrestre de la laguna ofrece mayor variedad de hábitats para más especies que toleran un período corto de sumersión en la época de lluvias. La frecuencia elevada de plantas muertas es una característica clásica de una hidroserie (especialmente en las comunidades 6, 7 y 10).

La comunidad 11, de *Arenaria paludicola* y *Eleocharis macrostachya*, que solamente se muestreó con dos levantamientos muy pobres en especies (3-4), comparte la presencia de *Arenaria paludicola* y *Veronica americana*, en las comunidades 6 a 10.

La distribución espacial de las comunidades se documenta con un mapa de vegetación de la laguna a escala 1: 1900 (Fig. 2).

En opinión de los autores no es oportuno denominar oficialmente los syntaxa solamente con base en la hidroserie de la Laguna Quila. Para una clasificación adecuada es necesario disponer de más datos de otras lagunas de zonas elevadas en México. A continuación se describen la fisionomía, estructura, composición florística, sinecología y distribución de las 11 comunidades reconocidas de la hidroserie de la Laguna Quila.

## Vegetación Acuática

1. Comunidad de *Myriophyllum aquaticum* y *Potamogeton illinoensis*
Cuadro 1 (levantamientos: 11, 13, 46)

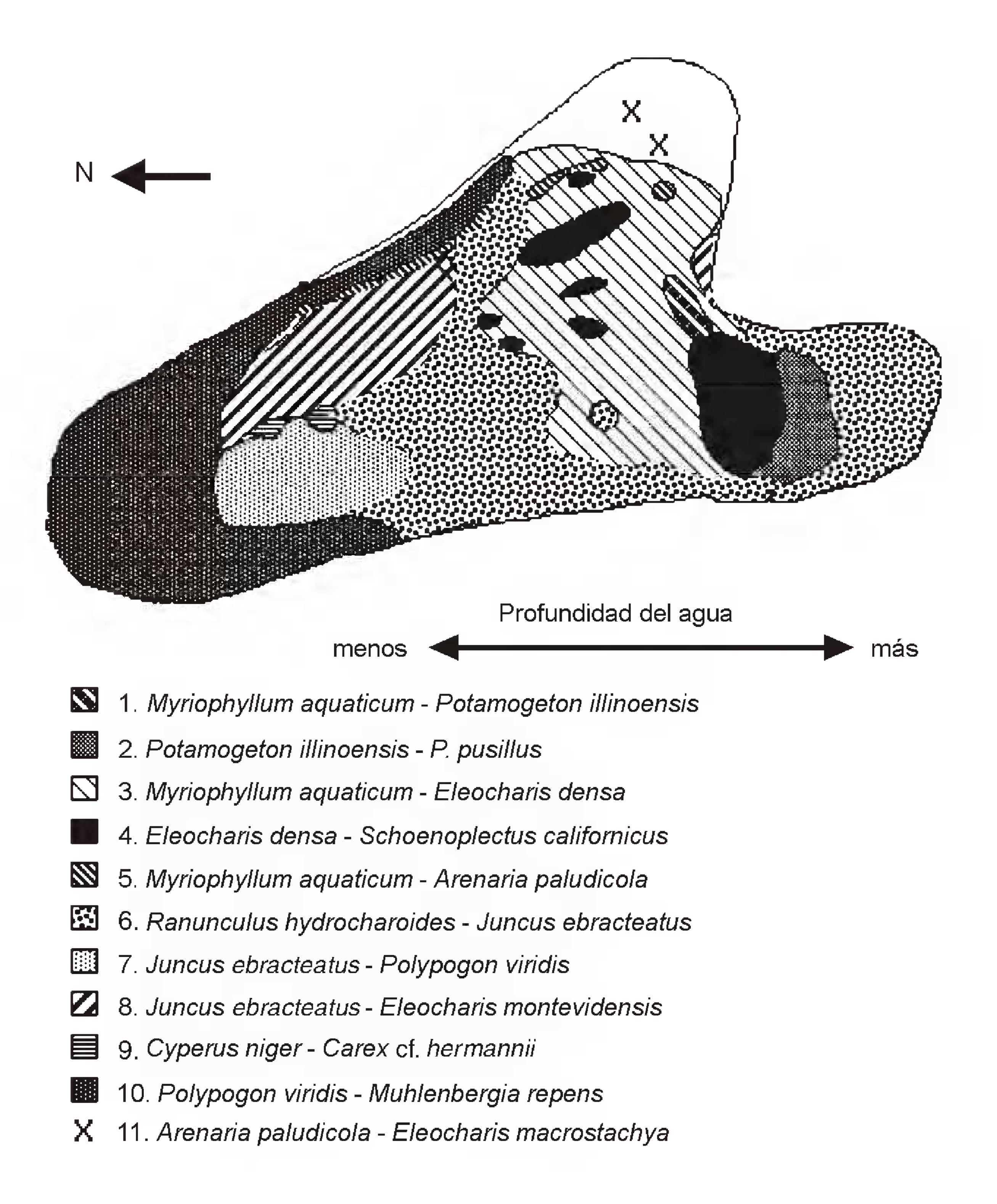



Fig. 2. Mapa de distribución escala 1: 1900 de las comunidades vegetales de la Laguna Quila, Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México, durante la época seca.

Fisionomía: La cobertura total del estrato flotante varía entre 5 y 90%, la altura de éste sobre el nivel del agua es de 1cm; la cobertura del estrato sumergido es de alrededor de 30%.

Composición: *Potamogeton illinoensis* es la especie diagnóstica y dominante con cobertura promedio de 30%. *Myriophyllum aquaticum* es la subdominante con

cobertura hasta de 30%. Se registraron asimismo *Cardamine flaccida*, *Lemna* cf. *gibba*, *Hydrocotyle ranunculoides* y *Berula erecta*, todas ellas de ubicación marginal.

Sinecología y distribución: Esta comunidad está escasamente representada y no cubre más de 4 $m^2$. El pH del substrato presentó un valor de 6. La cobertura de las plantas muertas varía entre 5 y 50% y se observó perturbación por ganado. *Potamogeton illinoensis* es habitante de aguas dulces tranquilas de lagos de profundidad limitada, hasta los 2250 m s.n.m. y en peligro de desaparecer de la Cuenca de México (Novelo y Lot, 1990). En Colombia esta especie es muy común en lagos de la Sabana de Bogotá, hasta los 3450 m s.n.m. (Cleef, 1981). *Cardamine flaccida* se registra en un intervalo altitudinal de 2600 a 4100 m s.n.m. (Rzedowski y Rzedowski, 1979), esta última especie se dispersa solamente por el agua, mientras que la diseminación de *Lemna gibba* se efectúa por medio del viento y del agua.

2. Comunidad de *Potamogeton illinoensis* y *P. pusillus*
Cuadro 1 (levantamientos: 7, 8, 10)

Fisionomía: La cobertura total promedio es de 90% y la de las algas filamentosas es de ca. 70%, la del estrato herbáceo bajo es de ca. 5%, la del estrato flotante varía entre 1 y 5%, y la del sumergido entre 60 y 100%.

Composición: La especie prevaleciente y diagnóstica es *Potamogeton pusillus* (cobertura de 60-90%). Son subdominantes *Potamogeton illinoensis* (10%) y *Myriophyllum aquaticum* (<1 a 5%). Aparece también *Eleocharis densa* con cobertura de 5%. Las algas acuáticas son las predominantes con 40 a 90% de cobertura.

Sinecología y distribución: La profundidad promedio del agua es de 10 cm, el pH del sustrato de 6.2, se encontraron señales de pastoreo. Novelo y Lot (1990) registran a *Potamogeton pusillus* hasta los 2250 m s.n.m. en la Cuenca de México y *Eleocharis densa* se presenta entre 2200-2400 m s.n.m. (González, 1990). Es muy probable que esta última alcance en la Laguna Quila el límite altitudinal superior de su distribución.

3. Comunidad de *Myriophyllum aquaticum* y *Eleocharis densa*
Cuadro 1 (levantamientos: 3, 4, 5, 6, 9, 16, 35, 62)

Fisionomía: La cobertura total alcanza hasta 90%, la del estrato herbáceo alto, representada por *Typha latifolia*, llega a 60% (con una altura de 95 cm en el levantamiento 35). El estrato herbáceo bajo se presenta hasta con 90%, principalmente con *Eleocharis densa* y con altura promedio de 55 cm. La cobertura del estrato flotante es hasta de 15%, la del sumergido hasta 70% y la de plantas muertas hasta 60%.

Composición: La especie prevaleciente es *Eleocharis densa* (cobertura promedio de 55%). *Myriophyllum aquaticum* es subdominante con cobertura promedio de 5% y *Potamogeton illinoensis* hasta de 70%. *Typha latifolia* está representada por un solo manchón en esta comunidad (1 x 2 m). Con coberturas bajas están: *Potamogeton pusillus*, *Schoenoplectus californicus*, *Cardamine flaccida*, *Ranunculus hydrocharoides* y *Polygonum punctatum*. Las primeras dos especies marcan la transición hacia las comunidades 2 y 4 respectivamente.

Sinecología y distribución: La profundidad promedio del agua es de 10 cm y el pH del sustrato es de 6.5.

4. Comunidad de *Eleocharis densa* y *Schoenoplectus californicus*
Cuadro 1 (levantamientos: 14, 15, 36, 37, 41, 61, 63, 64, 65)

Fisionomía: La cobertura total alcanza hasta 100%. La altura del estrato herbáceo alto varía entre 95 y 250 cm, con cobertura de hasta 60%. La del estrato herbáceo bajo es hasta de 90% y su altura promedio de 55 cm, la del estrato flotante alcanza hasta 15% y la del sumergido hasta 5%.

Composición: Las especies diagnósticas son *Schoenoplectus californicus* con una cobertura hasta de 60% y *Eleocharis densa* hasta de 50%. *Myriophylllum aquaticum* (hasta de 15%) aparece sumergida y enraizada y *Potamogeton illinoensis* se presenta con coberturas muy bajas. Además se encuentran en el borde de la comunidad *Juncus ebracteatus* (5 a 40%), *Ranunculus hydrocharoides*, *Berula erecta* y *Arenaria paludicola*.

Sinecología y distribución: La profundidad media del agua es de 8 cm y el pH del sustrato es de 6.5. Las plantas muertas cubren hasta 15%. González (1990) registra a *Schoenoplectus californicus* (tule) en un intervalo altitudinal entre 2200 y 2400 m s.n.m. Esta especie está ampliamente distribuida por toda América (Steubing et al., 1980; Wijninga et al., 1989; Rangel y Aguirre, 1983; Cleef y Hooghiemstra, 1984).

## Vegetación Helofítica

5. Comunidad de *Myriophyllum aquaticum* y *Arenaria paludicola*
Cuadro 1 (levantamientos: 33, 38, 39, 40, 44).

Fisionomía: El estrato herbáceo bajo registra una cobertura total hasta de 100%, con una altura entre 20 y 70 cm; la del estrato alto es de 30% mismo que está constituido por *Schoenoplectus californicus* que alcanza una altura de 250 cm, las plantas muertas cubren hasta 5%.

Composición: La combinación diagnóstica es la dominancia de *Arenaria paludicola* (con cobertura hasta de ca. 90%) junto con la presencia de *Myriophyllum aquaticum* (5%). Se encuentran además *Veronica americana* (hasta 5%), *Eleocharis densa* (entre 5 y 40%) y *Juncus ebracteatus* con coberturas de hasta 25%. Esta comunidad es indicativa de la transición a la fase terrestre de la laguna. Entre las especies que aparecen favorecidas por el pisoteo de ganado están: *Cardamine flaccida*, *Ranunculus hydrocharoides* y *Mimulus glabratus*.

Sinecología y distribución: La comunidad se encuentra en los límites con el pastizal, siendo de fácil acceso para el ganado en la época seca. El pH del sustrato es de 6.5. *Arenaria paludicola* está registrada de praderas húmedas y pantanos de la Cuenca de México (Rzedowski y Rzedowski, 1979), aparece frecuentemente en orillas perturbadas del río Lerma. *Veronica americana* no es muy abundante, aunque está ampliamente distribuida en Norteamérica y en el noreste de Asia (Rodríguez-Jiménez, 1985).

6. Comunidad de *Ranunculus hydrocharoides* y *Juncus ebracteatus*
Cuadro 1 (levantamientos: 1, 2, 12, 17, 18, 19, 26, 45)

Fisionomía: La cobertura total es de 30 a 100% y corresponde a la del estrato herbáceo bajo, con una altura media de 25 cm. El estrato sumergido constituido por *Potamogeton illinoensis* solamente se encuentra en el levantamiento 12 con cobertura de 10%. Las plantas muertas alcanzan a cubrir hasta 20% de la superficie.

Composición: La combinación de las especies *Juncus ebracteatus* con cobertura promedio de 60%, *Ranunculus hydrocharoides* e *Hydrocotyle ranunculoides* con 1% es diagnóstica. Existe una variante con *Cardamine flaccida* (levantamientos: 12, 19, 26, 45) con hasta 40% de cobertura; asociadas a esta especie están *Plantago australis* ssp. *hirtella* y *Cotula mexicana*. La otra variante (levantamientos: 1, 2, 17, 18) se caracteriza por coberturas entre 50 y 100% de *Juncus ebracteatus*, por la presencia conspicua de *Arenaria paludicola* y la cobertura limitada de *Eleocharis densa*, *Polypogon viridis* y *Veronica americana*.

Sinecología y distribución: Esta comunidad, que se encuentra en parte perturbada, se presenta a 4-5 cm de profundidad. *Juncus ebracteatus*, especie dominante en la laguna, se encontró tanto en las partes más húmedas del centro de ésta como en las más secas del pastizal. Esta especie tiene una distribución altitudinal en México entre 2250 y 3650 m (Galván, 1990) y una repartición geográfica hasta el sur de Bolivia (Balslev, 1982). *Ranunculus hydrocharoides* se conoce desde el suroeste de Estados Unidos hasta la Sierra de los Cuchumatanes en Guatemala, donde se asocia con *Cardamine flaccida* en arroyos hasta los 3200 m s.n.m. (Islebe et al., 1995). *Hydrocotyle ranunculoides* presenta una amplia distribución geográfica y altitudinal en todo el continente americano, en el páramo colombiano está asociada a hidroseries (Cleef, 1981).

7. Comunidad de *Juncus ebracteatus* y *Polypogon viridis*
Cuadro 1 (levantamientos: 23, 24, 25, 28, 30, 32)

Fisionomía: La cobertura total fluctúa entre 50 y 100%. La altura del estrato herbáceo bajo varía entre 20 y 50 cm y la cobertura de vegetales muertos es de 2%.

Composición: Las plantas dominantes son *Polypogon viridis* y *Juncus ebracteatus*; es diagnóstica la combinación de ambas especies con coberturas entre 20 y 50%.

Sinecología y distribución: El sustrato tiene pH de 5.6 y la comunidad está bastante afectada por el pisoteo del ganado que pastorea en la zona terrestre. *Carex marianensis*, también presente, es una especie propia de lugares pantanosos en los bosques de *Pinus* entre los 2600 y 2900 m s.n.m. (González, 1990).

8. Comunidad de *Juncus ebracteatus* y *Eleocharis montevidensis*
Cuadro 1 (levantamientos: 57, 58, 59, 60)

Fisionomía: La altura del estrato herbáceo bajo varía entre 30 y 40 cm, la cobertura total alcanza hasta 100% y la de las plantas muertas es menor de 1%.

Composición: la combinación diagnóstica es *Juncus ebracteatus* (2 a 10%) y *Eleocharis montevidensis* con cobertura de 40-90%. Las demás especies con valores bajos son: *Medicago polymorpha*, *Arenaria paludicola*, *Ranunculus cymbalaria*, *Sisyrinchium scabrum*, *Lachemilla pectinata*, *Pedicularis mexicana* y *Plantago australis* ssp. *hirtella*. Localmente son codominantes *Cyperus niger* y *Eleocharis montevidensis* (levantamiento 60).

Sinecología y distribución: En esta comunidad el pH del sustrato es de 6.4. *Medicago polymorpha* es una maleza indicativa de disturbio causado por el pastoreo del ganado.

9. Comunidad de *Cyperus niger* y *Carex* cf. *hermannii*
Cuadro 1 (levantamientos: 31, 34, 54, 55, 56)

Fisionomía: La cobertura total varía entre 80 y 100% y corresponde con la del estrato herbáceo que tiene una altura media de 55 cm. La cobertura de plantas muertas es de <1%.

Composición: Son diagnósticas *Carex* cf. *hermannii* con cobertura de 40 a 90% y *Cyperus niger* (hasta 50%), la cual es codominante con *Eleocharis montevidensis*. Son frecuentes en esta comunidad: *Arenaria paludicola*, *Polypogon viridis*, *Sisyrinchium scabrum*, *Lachemilla pectinata* y *Pedicularis mexicana*. El

musgo acuático *Drepanocladus aduncus* alcanza una cobertura de 40%. Es también diagnóstica la ausencia de *Cotula mexicana*, *Cardamine flaccida*, *Ranunculus hydrocharoides* y *Mimulus glabratus*.

Sinecología y distribución: la comunidad aparece en manchones en las partes menos húmedas de la Laguna Quila. En la estación de lluvias, cuando sube el nivel del agua, el estrato de los musgos está sumergido. El pH del sustrato es de 6.3 y se registró perturbación por pastoreo. González (1990) indica que *Cyperus niger*, además de encontrarse en condiciones húmedas, aparece en los bosques de *Quercus*, *Pinus-Quercus* y de *Abies*, distribuyéndose desde Canadá hasta Sudamérica. *Eleocharis montevidensis* también está registrada para bosques de *Abies* (González, 1990). Rzedowski y Rzedowski (1990) consideran a *Sisyrinchium scabrum* indicadora de perturbación y Rodríguez-Jiménez (1985) cita a *Pedicularis mexicana* como planta escasa en el Valle de México. El único musgo helofítico hallado en la Laguna Quila, *Drepanocladus aduncus*, tiene una distribución amplia en las zonas templadas de América, así como en otras partes del mundo.

10. Comunidad de *Polypogon viridis* y *Muhlenbergia repens*
Cuadro 1 (levantamientos: 27, 29, 47, 48, 49)

Fisionomía: La cobertura total varía entre 85 y 100%, corresponde con la del estrato herbáceo bajo, la de las plantas muertas alcanza hasta 30%.

Composición: Es diagnóstica la presencia y cobertura de *Muhlenbergia repens* (15-60%). *Polypogon viridis* presenta hasta 40%. *Juncus arcticus* var. *mexicanus* (hasta 30%), *Carex marianensis*, *Eryngium ranunculoides*, *Gentiana ovatiloba*, *Plantago australis* ssp. *hirtella*, *Commelina* sp. y *Senecio* sp., tienen coberturta limitada.

Sinecología y distribución: El pH del sustrato es de 5.5. *Muhlenbergia repens,* con una distribución altitudinal de 2200 a 2500 m s.n.m. en la Cuenca de México, indica pisoteo por ganado y perturbación (Herrera y Rzedowski, 1990). *Polypogon viridis* y *Epilobium ciliatum* son plantas introducidas del Viejo Mundo (Acosta-Castellanos, 1990), distribuyéndose esta última desde Alaska hasta Guatemala (Rzedowski y Rzedowski, 1985).

11. Comunidad de *Arenaria paludicola* y *Eleocharis macrostachya*
Cuadro 1 (levantamientos: 42 y 43)

Fisionomía: La altura del estrato herbáceo varía entre 25 y 30 cm. La cobertura total es de 100% y la de las plantas muertas de <1%.

Composición: *Eleocharis macrostachya* es el elemento dominante y diagnóstico con cobertura de 100%. Los acompañantes de escasa participación

cuantitativa son *Veronica americana* y *Arenaria paludicola.* La comunidad es pobre en especies (4 por levantamiento).

Sinecología y distribución: Esta vegetación forma manchones muy pequeños y está severamente afectada por el pisoteo del ganado. *Eleocharis macrostachya* está registrada de 2240 a 2500 m s.n.m. como especie acuática o de suelo húmedo (González, 1990); se presenta en las montañas tropicales de América hasta la zona alpina, con una distribución desde el sur de los Estados Unidos hasta Argentina (Cleef, 1981).

## DISCUSIÓN

Las especies de esta laguna forman diferentes tipos de comunidades en función del hábitat y de la dinámica de la sucesión espacial y temporal. La vegetación registrada es principalmente de pantano y en menor proporción propiamente acuática.

De las 11 comunidades descritas, las tres semiacuáticas ocupan un área muy limitada (Fig. 2). Éstas son: *Myriophyllum aquaticum* y *Potamogeton illinoensis* (1), la cual seguramente ocupó una superficie mayor antes de la extracción del agua; la de *Cyperus niger* y *Carex* cf. *hermannii* (9), que cubre un área mayor en la Laguna Zempoala que en la Laguna Quila, por estar esta última en proceso de desecación; y la de *Arenaria paludicola* y *Eleocharis macrostachya* (11), comunidad que está espacialmente muy reducida, ya que la extracción del agua de la laguna favoreció el pastoreo.

En la transición de la vegetación acuática a la helofítica se observa que en los lugares más húmedos es favorecida *Eleocharis densa*, mientras que las especies características de la comunidad de *Juncus ebracteatus* van desapareciendo.

La comunidad de *Polypogon viridis* y *Muhlenbergia repens* (10) cubre gran parte del área con mayor perturbación. Ésta, junto con la de *Juncus ebracteatus* y *Polypogon viridis* (7), conforman el límite hacia el pastizal en las vertientes deforestadas. En el caso de la comunidad de *Myriophyllum aquaticum* y *Arenaria paludicola* (5) se observó que el ganado afecta esta vegetación al entrar a la zona helofítica en la estación seca. Asimismo, se registró que los manchones de *Schoenoplectus californicus* muchas veces se encontraron dañados en los lugares menos profundos.

No fue posible efectuar una clasificación fitosociológica para definir la posición sintaxonómica de las comunidades descritas en la Laguna Quila, ya que los estudios de la vegetación acuática y subacuática para esta altitud en México son muy escasos. Sin embargo, es factible concluir que las comunidades acuáticas aparentemente pertenecen a la clase Potametea y las de helófitas tienen más afinidad con la clase Phragmitetea, ambas entidades sintaxonómicas han sido registradas para zonas templadas del hemisferio norte (Hartog y Segal, 1964).

Ecología. En la Laguna Quila, por encontrarse a mayor altitud, la temperatura media anual es menor que en las otras lagunas del Parque Nacional, siendo más impactantes las heladas frecuentes (durante enero y febrero). Además, por estar situada en una depresión del terreno y donde fácilmente se acumulan las masas de aire frío durante la noche, se afecta la marcha de temperatura diaria. Estas condiciones posiblemente han influido sobre la riqueza vegetal, ya que se ha observado que la Laguna Zempoala presenta mayor diversidad de hábitats y tiene más especies que la de Quila. Dadas las grandes diferencias estacionales tanto en la distribución como en la composición florística de las comunidades (Bonilla, 1992), se sugiere realizar muestreos tanto en la época de lluvias como de secas.

El pH promedio de los sustratos es de 6.3. Estos datos son similares a los encontrados por Bonilla (1992) en la Laguna de Zempoala, quien registró valores medios entre 5.5 y 6, y a los señalados por González y Rzedowski (1983). Es posible reconocer un gradiente de profundidad del agua en el sentido norte-sur en la Laguna Quila (Fig. 2). En la zona sur se localizan las comunidades acuáticas y en la norte aquellas de condiciones relativamente más secas.

Fitodiversidad. Las familias mejor representadas en esta laguna son Cyperaceae con 7 especies, Ranunculaceae con 4, Compositae, Gramineae, Scrophulariaceae y Umbelliferae con 3 y Juncaceae, Polygonaceae y Potamogetonaceae con 2; todas las demás familias aparecen con una sola (Cuadro 2). Los géneros con mayor número de especies son *Eleocharis* y *Ranunculus*. Las plantas más frecuentes en la Laguna Quila son *Juncus ebracteatus* y *Eleocharis densa*. Son características de condiciones de disturbio las gramíneas *Polypogon viridis*, *Muhlenbergia repens* y *Poa annua*, como también *Rumex obtusifolia*, *Gnaphalium americanum* y *Medicago polymorpha*. Además de las inventariadas en este trabajo, se registran 19 especies adicionales para la Laguna Quila (Bonilla, 1992; Bonilla y Novelo 1995), lo que da un total de 61 para la superficie de este cuerpo de agua.

La mayor parte de las especies censadas en este estudio y en los reconocimientos florísticos efectuados por Bonilla (1992) se encontraron en las otras cinco lagunas visitadas en el Parque Nacional, aunque éstas no se presentan siempre en las mismas agrupaciones vegetales. En la comunidad de *Cyperus niger* y *Carex* cf. *hermannii* se encuentra el musgo *Drepanocladus aduncus* que no ha sido registrado en la Laguna Zempoala. *Isoëtes mexicana* existe en esta última (Bonilla, 1992), y para la Laguna Tonatiahua fueron registrados *Bacopa reflexa* y *Potamogeton crispus*, elementos no hallados en la Laguna Quila.

Formas de vida. La vegetación estudiada está constituida principalmente por hidrófitas herbáceas de porte bajo, a excepción de los manchones de *Typha latifolia* (comunidad de *Myriophyllum aquaticum* y *Eleocharis densa*) y de *Schoenoplectus californicus* (comunidad de *Eleocharis densa* y *Schoenoplectus californicus*) que varían entre 1 y 2.5 m de altura.

Entre las hidrófitas la forma de vida más frecuente es la helófita (Hutchinson, 1975), como es el caso de *Eleocharis densa*, *E. macrostachya* y *Juncus ebracteatus*; otras categorías bien representadas son las hidrófitas enraizadas emergentes (*Myriophyllum aquaticum*), las hidrófitas enraizadas sumergidas (*Potamogeton illinoensis*) y las hidrófitas libres flotadoras o pleustofitas (*Lemna gibba*). La influencia humana ha incrementado la desecación de la laguna, lo que seguramente modificará esta relación a favor de las helófitas, que se presentan en zonas poco profundas.

Distribución y fitogeografía. De la flora existente en la Laguna Quila, la mayor parte de las especies se presentan también en las lagunas e hidroseries, desde los Estados Unidos hasta América del Sur, especialmente en los Andes de Colombia (Cleef, 1981; Rangel y Aguirre, 1983; Cleef y Hooghiemstra, 1984; Wijninga et al., 1989). Lo anterior indica que los cuerpos de agua en las zonas del bosque montano alto y de la zona de páramo ecuatorial contienen una flora vascular de filiación templada más que tropical. Tal patrón se puede entender en función de la existencia de la Gran Cordillera Americana, que se extiende, casi sin interrupción desde Alaska hasta Tierra del Fuego, junto con la presencia de avifauna migratoria acuática que explica también la amplia distribución de muchas plantas acuáticas y subacuáticas a lo largo de esta cordillera.

En la clasificación fitogeográfica se siguió el criterio utilizado por Cleef (1979) y Cleef y Chaverri (1992) y aplicado para México por Almeida et al. (1997) y Herrera y Almeida (1994), donde los componentes templados incluyen a los elementos ampliamente templados (que son taxa representados en las zonas de clima templado de los hemisferios norte, sur y en las montañas altas de los trópicos), holártico y al austral-antártico, el cosmopolita con un elemento del mismo nombre y el tropical dividido en pantropical y neotropical.

En el Cuadro 3, se enumeran los 40 géneros de plantas vasculares registrados para la Laguna Quila (los considerados en este estudio y los señalados por Bonilla y Novelo, 1995), junto con su filiación fitogeográfica. Resulta evidente que el componente templado (con 26 géneros) alcanza 65% del total, con preponderancia del elemento ampliamente templado; el cosmopolita representa 30%, mientras que la importancia del componente tropical (2 géneros, 5%) es mínima.

Conservación. El tipo de vegetación que está desapareciendo más rápidamente en todo el país es el que corresponde a las comunidades acuáticas (Rzedowski, 1978; Lot y Novelo, 1978; Novelo y Lot, 1989). En la Laguna Quila, existe una gradual desaparición de las comunidades acuáticas y de las propias del pantano debido al bombeo continuo y el uso actual de la laguna, lo que conlleva a una extensión progresiva de la unidad de *Ranunculus hydrocharoides* y *Juncus ebracteatus* en la zona húmeda y de la comunidad de *Polypogon viridis* y *Muhlenbergia repens* en la zona más seca.

No se sabe a detalle cuál es el efecto de la extracción del agua por bombeo en esta laguna sobre la distribución espacial actual de las comunidades acuáticas. Sin embargo, durante un sondeo palinológico efectuado en 1995, la laguna estaba mucho más seca en comparación con la situación registrada por Islebe y ter Weijden en 1988, por lo que se considera que la disminución del agua con toda probabilidad afectó seriamente la vegetación. Esta condición se agrava por la presencia de ovejas, vacas y caballos.

Por lo anterior se recomienda monitorear la dinámica de la distribución de estas comunidades, en especial de las partes más húmedas, pues a pesar de la pequeña extensión actual de esta laguna, presenta una gran diversidad florística, comparada con otros lagos mexicanos, con excepción de Cuitzeo y Texcoco (Rzedowski, 1957; Bonilla, 1992; Rojas y Novelo, 1995). Existen muy pocas lagunas en el país a esta altitud, por lo que es importante la preservación de este tipo de cuerpos de agua, siendo tanto un recurso hídrico, como de vegetación, fauna silvestre (en especial vertebrados) y sitio de recreación (Lot et al., 1986). Además, este tipo de lagunas permite efectuar estudios sobre la historia de la vegetación y el clima (Almeida et al., 1990), que son de gran interés para entender la dinámica de la vegetación y para el manejo adecuado de tal recurso natural.

La laguna ha sufrido impactos muy fuertes, por lo que se sugiere que se permita la recuperación del bosque alrededor de la laguna, el control urgente de la extracción por bombeo de agua, la reglamentación de las actividades de recreación, así como la eliminación de otras actividades perjudiciales.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a A. Novelo, A. Herrera, M. V. Arbeláez y H. Novelo, así como a los revisores anónimos por sus valiosos comentarios y sugerencias al manuscrito. A V. Aguilar por su ayuda en la edición final del manuscrito. Por la determinación del material a J. Bonilla (Universidad Autónoma del Estado de Morelos), a N. Diego (Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México), J. Rzedowski (Instituto de Ecología A.C.), H. Balslev (Universidad de Aarhus) y a M. González Ledesma (Colegio de Postgraduados).

## LITERATURA CITADA

Acosta-Castellanos, S. 1990. *Agrostis*. In: Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. III. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán. pp. 51-56.

Almeida, L., J. A. González-Yturbe, A. Herrera, A. González, N. López, A. Sandoval y P. Kuhry. 1990. Paleo-ecología en el área de la Laguna Quila, Edo. de México. Rev. Soc. Mex. Paleo. 2: 93-101.

Almeida, L., A. Herrera y A. M. Cleef. 1997. Fitodiversidad y fitogeografia comparativa del bosque de coníferas de la ladera NW del Volcán Popocatépetl, México. In: Almeida-Leñero, L. Vegetación, fitogeografia y paleoecología del zacatonal alpino y bosques montanos de la región central de México. PhD Thesis. Universidad de Amsterdam. Amsterdam. 255 pp.

Anónimo. 1979. Síntesis gráfica y descriptiva del Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Parques Nacionales. México, D.F.

Anónimo. 1987. Síntesis geográfica y nomenclátor del Estado de México. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

Balslev, H. 1982. A systematic monograph of the neotropical Juncaceae. Ph.D. Tesis. New York University. Nueva York. 497 pp.

Bonilla, J. 1992. Flora y vegetación acuática vascular de las Lagunas de Zempoala, Morelos, México. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 134 pp.

Bonilla, J. y A. Novelo. 1995. Manual de identificación de plantas acuáticas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Cuadernos del Instituto de Biología. No. 26. 168 pp.

Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología, bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones. Madrid. 820 pp.

Cleef, A. M. 1979. The phytogeographical position of the neotropical vascular páramo flora with special reference to the Colombian Cordillera Oriental. In: Larsen, K. y L. B. Holm-Nielsen (eds.). Tropical Botany. Londres. pp. 175-184.

Cleef, A. M. 1981. The vegetation of the páramos of the Colombian Cordillera Oriental Oriental. J. Cramer. Vaduz. 320 pp.

Cleef, A. M. y H. Hooghiemstra. 1984. Present vegetation of the area of the high plain of Bogotá. In: Hooghiemstra, H. Vegetational and climatic history of the High Plain of Bogotá, Colombia: A continuous record of the last 3.5 million years. Dissertationes Botanicae. 79. J. Cramer. Vaduz. 368 pp.

Cleef, A. M. y A. Chaverri. 1992. Phytogeography of the páramo flora of Cordillera de Talamanca, Costa Rica. In: Balslev H. y J. L. Luteyn (eds.). Páramo: an Andean ecosystem under human influence. Academic Press. Londres. pp. 45-60.

Etchevers, J. D. 1985. Un cuarto de siglo de investigación en los suelos volcánicos en México. Serie Cuadernos de Edafología 1. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 35 pp.

Fries, C. Jr. 1960. Geología del estado de Morelos y partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México. Bol. Inst. Geol. Universidad Nacional Autónoma de México 60: 1-236.

Galván, V. R. 1990. Juncaceae. In: Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. III. Instituto de Ecología A.C., Pátzcuaro, Michoacán. pp. 278-288.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3a. ed. Talleres de Offset Larios, S.A. México, D.F. 252 pp.

González, E., M. S. 1990. Cyperaceae. In: Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica de México. Vol. III. Instituto de Ecología A.C., Pátzcuaro, Michoacán. pp. 174-237.

González, E., M. S. y J. Rzedowski. 1983. Algunos aspectos ecológicos y fitogeográficos de las especies de Cyperaceae del Valle de México. Bol. Soc. Bot. Méx. 45: 39-48.

Hartog, C. den y S. Segal. 1964. A new classification of the water plant communities. Acta Bot. Neerl. 13: 367-393.
Herrera, A. y L. Almeida-Leñero. 1994. Relaciones fitogeográficas de la flora vascular de la reserva del Pedregal de San Ángel. In: Rojo, A. (compilador). Reserva Ecológica el Pedregal de San Ángel: Ecología, historia y manejo. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 83-89.
Herrera, Y. y J. Rzedowski. 1990. Gramineae. In: Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. III. Instituto de Ecología A.C. Pátzcuaro, Michoacán. pp. 34-173.
Hutchinson, G. E. 1975. A treatise on limnology Vol. III. Limnology botany. John Wiley and Sons. Nueva York. 460 pp.
Islebe, G. A., A. Velázquez y A. M. Cleef. 1995. High elevation coniferous vegetation of Guatemala: a phytosociological approach. Vegetatio 116: 7-23.
Lauer, W. y D. Klaus. 1975. Geological investigations on the timberline of Pico de Orizaba, Mexico. Arct. Alp. Res. 7: 315-330.
Lot, A., A. Novelo y P. Ramírez-García. 1986. Listados florísticos de México. Angiospermas acuáticas mexicanas 1. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 60 pp.
Lot, A. y A. Novelo. 1978. Laguna de Tecocomulco, Hgo. Guías botánicas de excursiones de México. Sociedad Botánica de México A.C. México, D.F. 19 pp.
Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons. Nueva York. 547 pp.
Novelo, A. y A. Lot. 1989. Importancia de la vegetación acuática en los ecosistemas. Memorias del simposio internacional sobre la ecología y conservación del Grijalva y Usumacinta. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Centro Regional Tabasco y Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa. pp. 5-14.
Novelo, A. y A. Lot. 1990. Potamogetonaceae. In: Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. III. Instituto de Ecología, Pátzcuaro, Michoacán. pp. 14-19.
Rangel, Ch. y J. Aguirre. 1983. Comunidades acuáticas altoandinas I. Vegetación sumergida y de ribera en el Lago de Tota, Boyacá, Colombia. Caldasia 13(65): 719-742.
Rodríguez-Jiménez, C. 1985. Scrophulariaceae. In: Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. II. Escuela Nacional de Ciencias biológicas, Instituto Politécnico Nacional e Instituto de Ecología. México, D.F. pp. 340-364.
Rojas, J. y A. Novelo. 1995. Flora y vegetación acuáticas del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Acta Bot. Mex. 31: 1-17.
Rzedowski, J. 1957. Algunas asociaciones vegetales de los terrenos del Lago de Texcoco. Bol. Soc. Bot. Méx. 21: 19-33.
Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F. 432 pp.
Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski (eds.). 1979. Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. I. Ed. CECSA. México, D.F. 403 pp.
Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski (eds.). 1985. Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. II. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas e Instituto de Ecología, A.C. México, D.F. 674 pp.
Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski (eds.). 1990. Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. III. Inst. Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán. 494 pp.

Sosa, H. A. 1935. Los bosques de Huitzilac y las lagunas de Zempoala en el Estado de Morelos. México Forestal 13: 39-46.
Steubing, L., C. Ramírez y M. Alberdi. 1980. Energy content of water and bog plant associations in the region of Valdivia (Chile). Vegetatio 43: 153-161.
Wijninga, V. M., O. Rangel y A. M. Cleef. 1989. Botanical ecology and conservation of the Laguna de la Herrera (Sabana de Bogotá, Colombia). Caldasia 16(76): 23-40.

Recibido en abril de 1996.
Aceptado en octubre de 2003.

Cuadro 2. Listado florístico de las comunidades descritas de la Laguna Quila, Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México.

---

CARYOPHYLLACEAE
*Arenaria paludicola* Robinson
COMMELINACEAE
*Commelina* sp.
COMPOSITAE
*Cotula mexicana* (DC.) Cabrera
*Gnaphalium americanum* Mill.
*Senecio* sp.
CRUCIFERAE
*Cardamine flaccida* Cham. & Schldl.
CYPERACEAE
*Carex marianensis* Stacey
*Carex* cf. *hermannii* Cochr.
*Cyperus niger* R. & P.
*Eleocharis densa* Benth.
*E. macrostachya* Britton
*E. montevidensis* Kunth
*Schoenoplectus californicus* (Mey.) Steudel
GENTIANACEAE
*Gentiana ovatiloba* Kusn.
GRAMINEAE
*Muhlenbergia repens* (Presl) Hitchc.
*Poa annua* L.
*Polypogon viridis* (Gouan) Breistr.
HALORAGACEAE
*Myriophyllum aquaticum* (Vellozo) Verdc.
IRIDACEAE
*Sisyrinchium scabrum* Mart. & Gal.
JUNCACEAE
*Juncus arcticus* var. *mexicanus* (Willd.) Balslev
*J. ebracteatus* E. Meyer
LEGUMINOSAE
*Medicago polymorpha* L.
LEMNACEAE
*Lemna* cf. *gibba* L.
ONAGRACEAE
*Epilobium ciliatum* Raf.
PLANTAGINACEAE
*Plantago australis* ssp. *hirtella* (H.B.K.) Rahn
POLYGONACEAE
*Polygonum* cf. *punctatum* Ell.
*Rumex obtusifolius* L.
POTAMOGETONACEAE
*Potamogeton illinoensis* Morong

Continuación Cuadro 2.

| |
|---|
| *Potamogeton pusillus* L. |
| RANUNCULACEAE |
| *Ranunculus cymbalaria* Pursh |
| *Ranunculus dichotomus* Moc. & Sessé |
| *Ranunculus hydrocharoides* A.Gray |
| *Ranunculus trichophyllus* Chaix |
| ROSACEAE |
| *Lachemilla pectinata* (H.B.K.) Rothmaler |
| SCROPHULARIACEAE |
| *Mimulus glabratus* H.B.K. |
| *Pedicularis mexicana* Zucc. ex Benth. |
| *Veronica americana* (Raf.) Schwein. |
| TYPHACEAE |
| *Typha latifolia* L. |
| UMBELLIFERAE |
| *Berula erecta* (Huds.) Coville |
| *Eryngium subacaule* Cav. |
| *Hydrocotyle ranunculoides* L. f. |

Cuadro 3. Filiación fitogeográfica de los géneros de plantas vasculares de las comunidades de la Laguna Quila, Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México.

| TEMPLADO | | COSMOPOLITA | TROPICAL | |
|---|---|---|---|---|
| ampliamente templado | austral antártico | cosmopolita | pantropical | neotropical |
| *Arenaria* | *Cotula* | *Azolla* | *Commelina* | *Lachemilla* |
| *Berula* | *Lilaeopsis* | *Eleocharis* | | |
| *Cardamine* | *Eryngium* | | | |
| *Carex* | *Gentiana* | | | |
| *Cyperus* | *Isoëtes* | | | |
| *Epilobium* | *Lemna* | | | |
| *Glyceria* | *Myriophyllum* | | | |
| *Gnaphalium* | *Polygonum* | | | |
| *Gratiola* | *Rorippa* | | | |
| *Hydrocotyle* | *Schoenoplectus* | | | |
| *Juncus* | *Sisyrinchium* | | | |
| *Lilaea* | *Typha* | | | |
| *Mimulus* | | | | |
| *Muhlenbergia* | | | | |
| *Pedicularis* | | | | |
| *Plantago* | | | | |
| *Poa* | | | | |
| *Polypogon* | | | | |
| *Potamogeton* | | | | |
| *Ranunculus* | | | | |
| *Rumex* | | | | |
| *Senecio* | | | | |
| *Spiranthes* | | | | |
| *Veronica* | | | | |